



国際エネルギー機関

# エネルギー 技術展望

2008

G8行動計画の支援

要約

2050年まで  
のシナリオ  
と戦略



# エネルギー 技術展望

2008

## 2050年までのシナリオと戦略

経済成長と開発を持続させていくため、世界は絶えずエネルギー供給を増加させていく必要がある。しかしエネルギー資源は逼迫しており、今日のエネルギー利用から来る二酸化炭素の排出はすでに我々の気候を脅かしている。よりクリーンでエネルギー効率の良い未来に転換していくために、我々にはどのようなオプションがあるのか？ どのくらいコストがかかるのか？ そしてどのような政策が必要なのか？

このエネルギー技術展望 (Energy Technology Perspectives) の第二版は、国際エネルギー機関 (IEA) とそのエネルギー技術ネットワークの専門知識を結集し、これらの問題に取り組んだものである。

本書は、クリーンで、賢明で、そして競争力のあるエネルギー未来を築き上げるために必要なことと、現在現実に行われていることとの間のギャップをどのように埋めていけばよいかについてのガイダンスを政策決定者に提供してほしいというG8のIEAへの要請に応えものである。

IEAの分析は、持続可能なエネルギー未来は我々の手の届く範囲にあり、それには技術が鍵を握ることを示している。エネルギー効率の促進、二酸化炭素回収隔離、再生可能エネルギー、そして原子力の全てが重要になる。現存する、又は新たに登場しつつある技術のポテンシャルを最大限活用し、化石燃料への依存とその結果として生ずるエネルギー保障や環境への影響を減らすためには、我々は「いま」行動を起こさなければならない。

この革新的な研究は、一連の野心的な2050年までの全世界のシナリオにおいて、エネルギー技術がいかに違いをもたらすことができるかを示している。本書は、発電、建築、産業、そして輸送というすべての主要部門における技術ロードマップを含んでいる。エネルギー技術展望2008はエネルギー・サークルにおける討議において焦点を明確にするのに役立つ詳細な技術と政策への洞察を提供するものである。

© OECD/IEA, 2008

No reproduction, copy, transmission or translation of this publication may be made without written permission.

Applications should be sent to:

International Energy Agency (IEA),  
Head of Communication and Information Office,  
9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

## ■ 要約

### 序論

我々はエネルギー部門において深刻な課題に直面している。国際経済は、現在から2050年までの間に4倍の規模に成長を遂げると考えられており、中国やインドといった発展途上国においては成長率は10倍近くに達し得る。この経済成長は経済的な利益や人々の生活水準の大幅な向上をもたらすが、同時に現在よりはるかに多くのエネルギー利用を伴うこととなる。もし我々がエネルギー需要の伸びを経済成長と切り離し、また、化石燃料の需要を減らさなければ、天然資源や環境に対して持続不可能な圧力がかかることは避けられない。

**状況は悪化している。**先のエネルギー技術展望(Energy Technology Perspectives) 2006年版の出版以来、世界の二酸化炭素排出量と石油需要は堅調に増加し続けている。最新の分析に基づく我々の“現状維持”ベースライン・シナリオによれば、2050年までに石油需要は70%、二酸化炭素排出量は130%増えるの見込まれ、前回の推測を7%上回っている。これはなんら政策変更や大規模な供給制限がなされないと仮定したシナリオである。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によれば、二酸化炭素排出量のこのような大幅な増加は、世界の平均温度を摂氏6度(最終的に安定するレベル)又はおそらくそれ以上に上昇させ得る。その影響は、人々の生活にあらゆる面で著しい影響を与え、自然環境に不可逆な変動をもたらすものとなる。

**エネルギーの供給と利用の方法に関し、全世界的な大変革が必要である。**エネルギー効率の大幅な向上はその中核をなすものである。再生可能エネルギー、原子力エネルギー、そして二酸化炭素回収隔離技術(CCS)の大規模な普及、そして輸送部門の脱炭素(カーボンフリー)化も必要となる。そのためには、**政策において、低炭素技術への将来の十分な需要を裏付けるものとして、産業界が信頼して決断するに足りるだけの長期的な政策の確実性を創り出すことができる大規模な転換が必要である。**“現状維持”シナリオにおいてOECD諸国は2050年の全世界の二酸化炭素排出量の3分の1以下しか排出しないことを踏まえれば、前例のない**レベルでの主要経済間の協力もまた不可欠であろう。**

つまり、世界のエネルギー経済は今後数十年の間に変貌を遂げる必要がある。本書の目的はどのように変貌するのかを説明することにある。本書は現存のそして先進のクリーンエネルギー技術の現状に関する詳細評価を行うとともに、これらの技術の組み合わせによりいかなる差異が生ずるかに関する**シナリオ分析**を行い、その将来展望を提供するものとなっている。この2008年版の**エネルギー技術展望**はまた、我々がもっとも大きな貢献をすると信じる**17の技術に関する世界規模のロードマップを提供し**、それらの技術のポテンシャルを最大限実現するためには、いかなるアクションをいつ起こせばよいのかを示している。

本シナリオ分析は、全温室効果ガスのうちその大部分を占めるエネルギー起源の二酸化炭素のみを取り扱っている。しかし、エネルギー起源二酸化炭素排出量の削減が最終的に気候変動に与える効果は、他のガスの排出についても同

様の削減が得られるかどうか、ある程度依存している。それゆえ本書では、もうひとつの重要な温室効果ガスであるメタンについても、ひとつの章で取り扱っている。

本書に示されている分析は、IEAのモデル作業とIEAの有する国際的なエネルギー技術協力に関するネットワークが有する専門知識から導き出されたものである。エネルギー技術展望(ETP)はまた、IEAの世界エネルギー展望2007(World Energy Outlook 2007)と対をなすものであり、ベースライン・シナリオについて2030年までは同じシナリオを適用し、2050年まではそれを延長したものを土台としている。本書は、2007年11月に発表されたIPCCの第4次評価報告書の観点に照らし合わせ、2006年版のETPの分析を前進させたものである。

本書では、いくつかの異なるシナリオが提示されている。一連のETP2008「ACTシナリオ」は、いかにして2050年に世界の二酸化炭素排出量を現在のレベルにもどすことができるかを示すものである。一連のETP2008「BLUEシナリオ」は2050年に二酸化炭素の排出量を5割削減することを目標とするシナリオである。この要約では、それぞれのシナリオ群の中から一つずつ、「ACT Mapシナリオ」と「BLUE Mapシナリオ」に焦点を当てる。

## ACTシナリオ

.....

**既に存在するか相当程度開発が進んでいる技術を用いることにより、世界の二酸化炭素排出量を2050年までに現在のレベルに戻すことができる。**そのためには、排出量は2020から2030年までの間にピークを迎えなければならない。ACT Mapシナリオは、完全に商業化された時点で二酸化炭素排出量を1トン削減するための追加コスト(限界費用)が50米ドル<sup>1</sup>以下の様々な技術を動員することにより実現される。これは、ある種のエネルギー関連の活動に大きな影響を及ぼす。たとえば、二酸化炭素回収隔離技術の設備が導入されていない石炭火力発電所の発電コストをおよそ二倍にする。この限界費用は、我々が2年前にETP2006で見積もった数字の二倍になっている。これは、主として、二酸化炭素排出量が増勢を強めていること、エンジニアリング・コストがおよそ二倍になったことによるものであり、また、部分的にはドルの価値が下がったことによる。

**その実現には困難が伴い、大きなコストがかかる。**エネルギー部門において必要となる追加投資の費用は、現在から2050年までの間に17兆米ドルと見積もられている。これは、年間平均で約4000億米ドルと、ほぼオランダの国内総生産(GDP)に匹敵し、現在から2050年までの各年の全世界のGDPの0.4%に相当する。

## BLUE シナリオ

.....

**しかし二酸化炭素排出量を2005年のレベルに戻すだけでは、まだ充分とはいえないかもしれない。**IPCCは、地球温暖化を摂氏2度から2.4度までに抑えるためには、温室効果ガスの排出量は2050年までに50%から85%まで削減されなければならないと結論づけている。そして、2007年のハイリンゲンダム・サミットにおいては、G8の首脳は世界全体で50%削減との目標を真剣に考慮することで合意した。

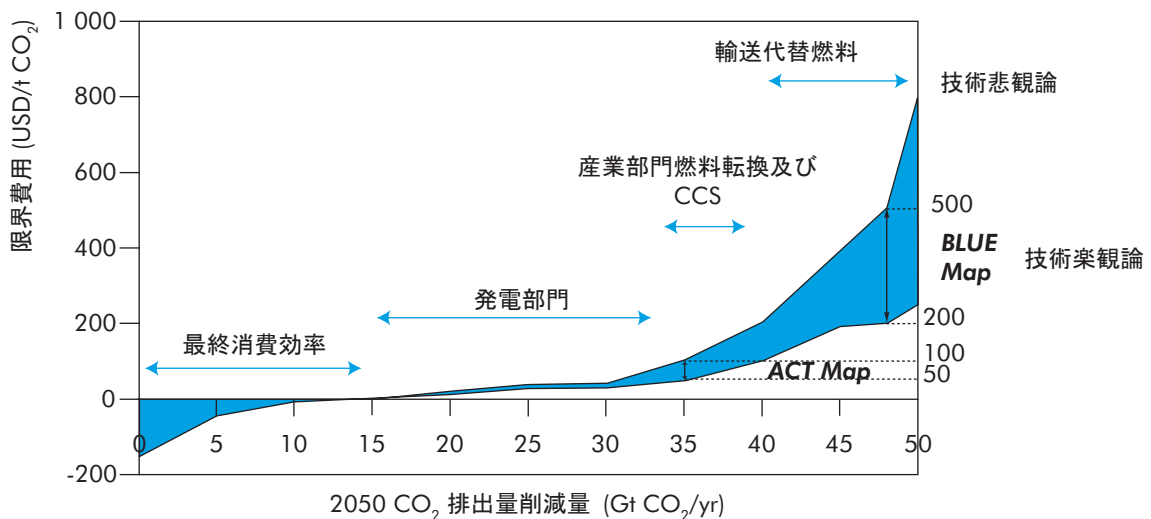
---

1. すべてのコストは2005年米ドル値である。

**2050年までに二酸化炭素の排出量を(現在のレベルにくらべて)50%まで削減するには、たいへんな困難が伴う。**このシナリオでは早急な方向転換が必要となる。そのコストは(ACTシナリオに比べ)大幅に増大するだけでなく、はるかに不確実である。これは、BLUEシナリオの場合、現在まだ開発中の技術の普及も当てにせざるを得ず、しかも、これらの技術について、研究開発の進捗や最終的な成否を予見することは困難なためである。**ACTシナリオの実現にも非常に多くの努力が必要だが、BLUEシナリオの実現には、エネルギー部門において、先例のないような広範囲に及ぶ新たな政策を直ちに実行することが必要である。**

主要技術の進展に関する楽観的な予測に基づけば、BLUE Mapシナリオでは、完全に商業化された時点で二酸化炭素の排出量を1トン削減するための追加的コスト(限界費用)が200米ドル以下の全ての技術を導入する必要がある。しかし、もしこれらの技術の進展が予測を下回れば、このコストは実に500米ドルまで上昇し、それ以下の全ての技術の導入が必要になるかもしれない。つまり、限界費用を見れば、BLUE MapシナリオはACT Mapシナリオに必要な最もコストの高い技術の少なくとも4倍のコストがかかる技術まで必要になるということである。ただし、BLUE Mapシナリオに必要な技術の「平均」費用は限界費用に比べはるかに低く、二酸化炭素排出量の削減量1トン当たり38米ドルから117米ドルの範囲内である。図ES. 1は、二酸化炭素排出量の削減目標がACT Mapシナリオのレベルから、より高いBLUE Mapシナリオのレベルに増加するにつれ、二酸化炭素削減の限界費用がどのように増加していくかを示している。

図ES. 1 ▶ 2050年における世界規模のエネルギーシステム排出量削減の限界費用



**BLUE Mapシナリオにおける追加の必要投資額は、2050年までの間に45兆米ドルに達する。**これは、追加の研究開発(R&D)、(二酸化炭素削減インセンティブを加えても)まだ競争力がない技術の普及拡大のための投資、そして(二酸化炭素削減インセンティブによって誘発された)低炭素オプションへの商業投資を含んでいる。この総額は年間平均では1兆1千億米ドルとなる。これは現在のイタリアのGDP全体、現在の米国のGDPの10%に相当する。この額はまた、現在から2050年までの全世界の各年のGDPの平均約1.1%に相当するものである。この支出は、経済活動および雇用の方向転換を反映したもので、必ずしもGDPの減少を意味するものではない。無論、全世界のGDPに影響はあるであろうが、それは予測が難しく、また本書の分析の範囲を超えるものである。

## 投資による便益

ACT・BLUE両シナリオで求められる追加投資の規模は、それぞれのシナリオで待ち受ける課題の規模を測る尺度となるが、他方、これらは純費用を示すものではない。というのは、エネルギー効率改善、多くの再生可能エネルギー又は原子力発電への投資は全て、それによって代替する燃料の需要を減少させるものだからである。**我々は、ACT・BLUE両シナリオにおいて、石炭、石油、そしてガスの燃料コストの節約総額は、(これらの燃料のベースライン・シナリオの価格を用いて評価すると)割引率を用いた割戻しを行わなければ、追加的な上記技術への投資必要額を上回ると見積もっている。**もし3%の割引率を用いれば、燃料コストの節約総額はACT Mapシナリオの場合追加投資分を超えるが、BLUEシナリオの場合はそうはならない。10%の割引率では、ACTとBLUE両方のシナリオで追加投資費用は燃料コストの節約総額を上回る。

もちろん、いくつかの投資、特にエネルギー効率向上のための投資は非常に費用対効果が高い。反対に、BLUEシナリオで必要になる投資の中でも特に高コストのものは、非常に高額の二酸化炭素削減インセンティブを用いることにおいてのみ経済的になる。また、すべての投資が燃料コストを下げるものでもない。CCSへの投資では、発電所の効率が下がるために、一定の発電に要する石炭の量を増加させることになる。

## よりバランスの取れた石油市場へ

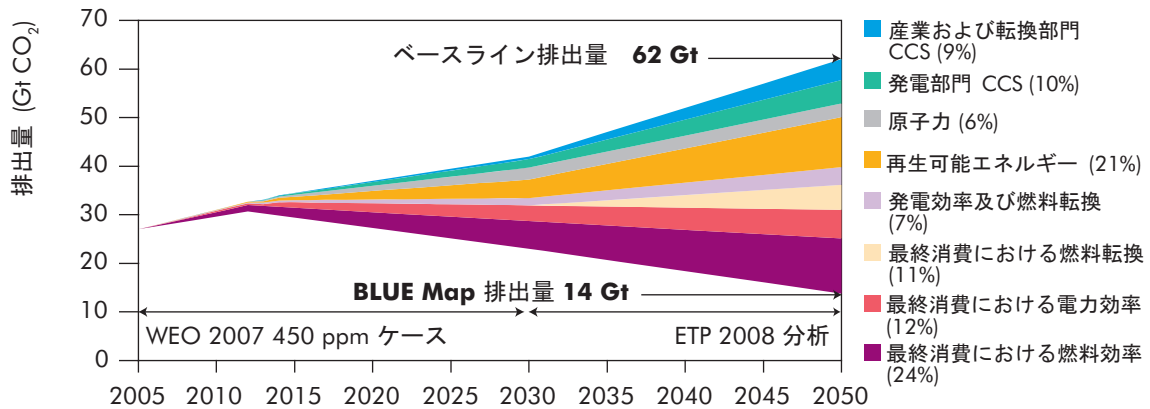
**環境への恩恵に加えて、ACT・BLUE両シナリオは、石油市場がよりバランスのとれたものとなるの見通しを示している。**ACT Mapシナリオでは、石油需要は引き続き増加する。具体的には、現在から2050年までの間12%の増加が見込まれるが、これは、ベースラインに比べかなり低い伸び率である。BLUE Mapシナリオでは、違いはもっと大きくなり、2050年における石油需要は現在よりも27%減少する。しかしながら、全てのシナリオにおいて、今後数十年間については、化石燃料供給のための大規模な投資が必要である。

## 技術革命

**ACT・BLUE両シナリオにおいて、建築物、電気機器、運輸、産業及び発電部門におけるエネルギー効率の改善は、最小費用で最大規模の二酸化炭素排出量の削減を可能とする。**次に最も重要な手段は、実質的な発電の脱炭素化である。これは再生可能エネルギー、原子力発電、そして化石燃料発電所におけるCCSの設置の組合せで達成され得る。最終目標がいかなるものになるにせよ、これら全ての部門における措置は、緊急且つ必ず必要なものである。非効率な技術が数十年にわたり固定化(ロックイン)されることを避けることは、特に重要である。BLUE Mapシナリオにおいては、たとえば**産業部門におけるCCSや代替輸送燃料**といったより高コストのオプションを普及させることが必要になる。図ES-2は、ベースライン・シナリオと比較した場合の、BLUE Mapシナリオにおける二酸化炭素の削減量の内訳を示している。政策立案者は、変化をもたらすには、しばしば長い時間がかかること、そしてまた各国においてそれぞれの事情が異なるため優先事項が違うということを想起すべきである。さらに、エネルギー部門におけ

るメタン排出量の削減も、短期間で費用効果の大きい温暖化ガス削減を可能とし、気候変動戦略全体から見て重要な課題の一つである。

図ES.2 ▶ 世界エネルギー展望2007の450ppmケースとBLUE Mapシナリオの比較、2005年から2050年



## 建築物と電気機器

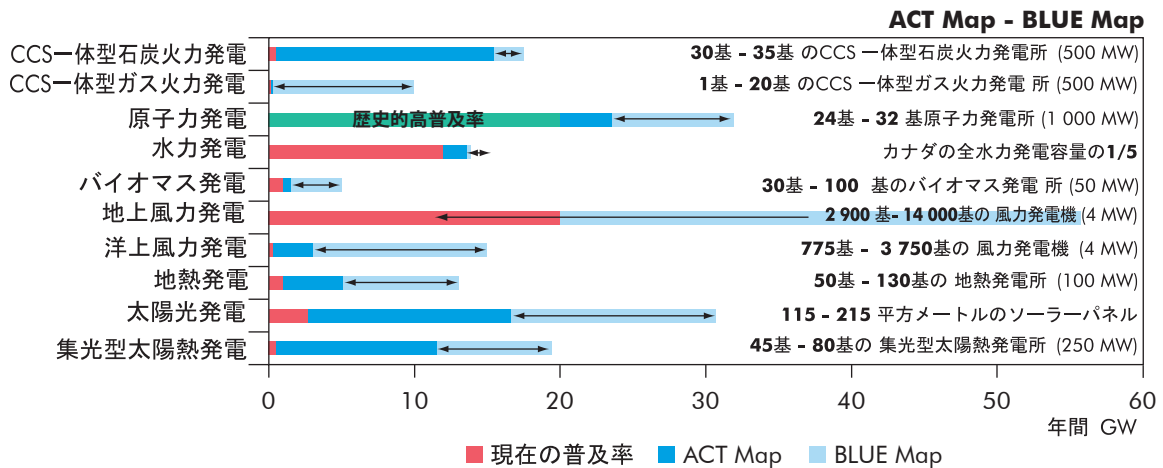
ACTシナリオは、建築物や電気機器に関しては、現在広く入手可能で、またライフ・サイクル・コストを勘案すれば経済的にも引き合う技術を用いることで実現できる。しかし、BLUEシナリオは新技術や未来の技術を必要とする。いくつかのケースでは、こうした技術は、少なくとも普及の初期段階においては、相対的に高い二酸化炭素削減コストが認められる場合においてのみ経済的に引き合うだろう。広く建築物を、非常にエネルギー消費が小さい建築物、または「ゼロ」エネルギー消費建築物へと転換していくことも、このBLUEシナリオに含まれている。**建築物や電気機器については、エネルギー効率基準の持つ政策的な重要性は非常に高い。**建築物の外壁対策、ヒートポンプ、太陽熱暖房、そして非常に効率の高い電気機器や照明を一緒に使うことで、建築物のエネルギー需要を減らすことができる。同時に、建築物の燃料使用を再生可能エネルギーや低炭素の電力に転換することができる。居住用及びサービス用の建築物への追加投資は、ACT Mapシナリオにおいては2兆6千億米ドル、BLUE Mapシナリオでは7兆4千億米ドルが必要である。

## 発電部門

**発電・産業部門での二酸化炭素隔離回収技術は、単独の技術としては、ACT Map、BLUE Map両シナリオにおいて二酸化炭素排出量削減のため最も重要なものであり、**ACT Mapでは二酸化炭素削減総量の14%、BLUE Mapでは19%の削減をもたらす。BLUE Mapは、よりコストがかかる産業部門と天然ガス発電におけるCCSの導入を見込んでいる。**発電部門においては、再生可能エネルギー、特に風力、太陽光、集中太陽熱及びバイオマス発電への大規模な転換が行われる。**BLUE Mapシナリオは、2050年までに全世界の発電量の46%が再生可能エネルギーによってまかなわれるとしている。BLUE Mapシナリオにおける全ての部門での再生可能エネルギーの利用を合算すると、それらはベースライン・シ

ナリオに対して21%の二酸化炭素削減をもたらす。原子力への大幅な燃料転換は6%の二酸化炭素排出量の削減をもたらす。これは、現在から2050年まで、毎年、年間32GWに上る発電容量の原子力発電所を建設することを前提としている。原子力発電や水力発電はベースライン・シナリオでも既に重要な役割を果たしているが、BLUE Mapシナリオでは、原子力発電は世界の全発電電力量のほぼ4分の1をまかない、水力発電は原子力のおおよそ半分の発電量に達する。図ES. 3はそれぞれのシナリオにおいて必要な新しい発電容量を年間の投資率で示したものである。

図ES. 3 ▶ ACT Map・BLUE Map両シナリオにおける発電部門の平均年間必要投資 2005年から2050年



発電部門においては多岐に亘るシナリオが考慮されており、これらを通じ、**個々の国が発電部門を脱炭素化するためにどのような組合せでCCS、再生可能エネルギー及び原子力技術を利用するかについては、かなりの柔軟性があることが分る。**(送配電を除く) 発電部門において追加的に必要となる総投資額は、ACT Mapシナリオでは7千億米ドル、BLUE Mapシナリオでは3兆6千億米ドルになると見込まれる。これらの投資額は、発電容量一単位当たりの投資単価の上昇と最終消費部門における電力消費の削減による発電量の5分の1の減少との双方を考慮した結果である。**BLUEシナリオでは、全石炭火力発電所の3分の1に当たる、CCSに適さない発電所をその技術的耐用年数の経過を待たずして閉鎖する等、大規模な資本ストックの比較的早い段階での廃棄が見込まれている。**これは石炭に大きく依存している国々には非常に大きなステップであるが、また周到な管理の下での実施が求められる必要なステップでもある。

## 輸送部門

ACT Mapシナリオでは、輸送部門におけるエネルギー消費と二酸化炭素排出量の削減の大部分は、**従来型自動車のエネルギー効率の大幅な改善**とハイブリッド自動車の普及拡大によってもたらされる。炭素フットプリントの小さいバイオ燃料も、特に自動車燃料としてのガソリンの代替としての役割を果たす。より大型で重量のある自動車を好む現在のトレンドを抑制することも重要である。

輸送部門においては、**BLUE Mapシナリオを達成することは非常に骨の折れるもので、**そのためには、内燃機関が優位を占めるこの部門においては、はるかにコストの高いオプションとなるであろう大規模な脱炭素化が必要となる。BLUE Mapシナリオにおいては、持続可能な生産・収穫ができる範囲内で、二酸化炭素排出量の低いバイオ燃料が重要な役割を担うと予測される。貨物輸送、海運及び空輸部門では、他の非炭化水素燃料のオプションを採用するのはコストが高くなりすぎるため、これらの部門はバイオ燃料の主な利用者となる。電気バッテリーおよび燃料電池は車に適用される主要な代替技術であるが、いまの段階ではこれらの技術のどちらが—またはこれらの技術のどういった組み合わせが—最も競争力の高いものとなるかを判断するのが難しい。技術発展とコスト削減についてのかかなり楽観的な仮定に基づいても、2050年時点での電気自動車と燃料電池自動車は従来型の自動車よりもおおよそ4千米ドルから5千米ドル高いと見込まれる。BLUE Mapシナリオでは、2050年までに10億台の電気自動車と燃料電池自動車が路上を走っている必要がある。輸送部門はシナリオにおいて、単独で最も大きな投資を要する部門である。追加分の投資額はBLUE Mapでは33兆米ドル、ACT Mapでは17兆米ドルである。

## 産業部門

直接的又は間接的に、製造業は全世界のエネルギー消費と二酸化炭素排出量の3分の1以上の原因となっている。鉄鋼及びセメント業界は産業部門の二酸化炭素のおよそ半分を排出し、化学・石油化学業界ももうひとつの大きな排出源である。重工業は近年、エネルギー・コストを管理する必要性からエネルギー効率を高めてきている。しかし、特にエネルギー集約性の低い産業には、より効率の高いモータードライブやコジェネレーションを通じて、より大きなエネルギー効率増大を実現できる大きなポテンシャルがある。各産業特有の技術の進展やCCSの適用も同様のポテンシャルを有している。

**産業部門における非常に大きな二酸化炭素排出量の削減は難しい。**ACT Mapシナリオにおいては、2050年の産業部門におけるエネルギー関連の二酸化炭素排出量は、2005年に比べ63%高くなる。BLUE Mapシナリオでは、今日のレベルよりも22%低くなるが、これは主にエネルギー集約度の高い設備に広くCCSを適用することを反映したものである。BLUE Mapシナリオにおける直接的または間接的な二酸化炭素の削減は相当な規模に達し、年間10Gtの二酸化炭素削減が見込まれる。BLUE Mapシナリオでは、ベースライン・シナリオと比べて、産業設備—主に鉄鋼、セメント及び製紙業界—のアップグレードとCCSの普及拡大のため、総額2兆5千億米ドルの追加投資が必要になると見積もっている。

## エネルギー効率のトレンド

**エネルギー効率は近年のトレンドに照らし合わせて大きな改善が必要である。**OECD諸国の近年のエネルギー効率は年間1%に少し満たない割合で改善してきている。1970年初頭の石油危機後に達成された率に比べると、この達成率はかなり低いものである。全世界規模のエネルギー効率の改善率は、ACT Mapシナリオでは年間1.4%、BLUE Mapシナリオでは1.7%を持続することが必要となる。これらの改善率の違いは小さいものに見えるが、ACT MapとBLUE Mapの0.3%の違いは、2050年において1 544 Mtoeの追加の最終エネルギー消費削減をもたらす。これは今日の最終エネルギー消費の20%と同じ量である。

## 研究開発・実証

BLUEシナリオに必要ないくつかの技術はまだ利用可能なものではない。また他の多くの技術もより一層の改善とコストの削減が必要である。それには多大な研究開発・実証 (RD&D) への取組みが必要となる。にもかかわらず、エネルギー研究開発のための支出は、公的部門および民間部門の両方において1970年代および1980年代のレベルに比べ低くなっており、現在、かなり低いレベルで安定している。多くのOECD諸国はそのGDPの0.03%未満しか使っていない。例外は日本でGDPの0.08%を費やしている。民間部門のエネルギー技術研究開発はいまや公的部門のそれをはるかに凌いでいる。詳細な研究開発必要額を確立するのは難しいが、いくつかの独自研究は、公的機関の研究開発費は現在のレベルの2倍から10倍増加する必要があると示唆している。われわれは明確な目標額を設定するものではないが、新しい技術の促進と既存技術のコスト削減のために、**大規模な研究開発・実証の促進に向けた努力が必要**なことは確かである。さらなる技術進歩とコスト低減が、**太陽光発電、先進石炭火力発電設備、先進バイオ燃料、二酸化炭素回収、電気バッテリー、燃料電池、水素製造**といった重要技術に必要である。研究開発コストは、大幅な増加を見込んだとしてもなお、全面的な実証および普及プログラムと比べればかなり小さい(概して一桁小さい)。適切に方向付けられた**エネルギー開発研究は、費用対効果も極めて高い**。

政府の援助は、商業化の第一段階のリスクを減らすために、新しい技術の大規模な実証にも必要である。**現在、CCS一体型石炭火力発電の本格的な実証が喫緊の課題である**。

地質学、物理学、化学、素材学、生化学、ナノ技術および応用数学といった基礎科学の分野は、重要な領域での突破口となりうる。こういった**科学分野のベースを拡大し技術者とのつながりを強化することが不可欠である**。

## 普及と技術学習

ほとんどの新技術は既存技術よりもコストが高い。市場における普及の結果としての技術学習 (technology learning) のみが、その技術のコストを削減し、市場に適応させる。**政府は普及プログラムを強化しなければならない**。第二世代の一例えば太陽光やバイオ燃料と言った再生可能エネルギーは、もっとも技術学習によるコスト削減の可能性の高い技術である。ACT Mapシナリオでは、我々は新技術の普及には現在から2050年までの間に(市場価値に上乗せして) 2兆8千億米ドルの追加コストが必要になると見積もっている。BLUE Mapシナリオでは、このコストは7兆米ドルに達する。

## 規制

新技術の普及に関する障害は必ずしも経済的なものばかりではない。これらの障害を克服するためには、注意深くデザインされた規制や基準は、しばしばもっとも効果的な政策手段となる。すべてのシナリオにおいて、**建築物、電気機器及び車両に関する厳しいエネルギー効率規制が必要となっている**。先進国と発展途上国の両方において、エネルギー効率規制の強化やそれらの規制の執行の強化は、しばしば、すぐに行動に移せる魅力的で費用対効果が高い政策オプション

である。BLUEシナリオの成功を左右する重要な要素は、非常に低エネルギー又はゼロエネルギーの建築物や車両の二酸化炭素原単位を4分の1に減少させるような基準を公衆が受け入れるかどうかといった点にある。

## インセンティブ

民間部門の投資は、現在、技術の普及の主要な促進要素であるし、将来もそうあり続けるだろう。IEAは、国際的にエネルギー分野で先導的な立場にある30社の最高技術責任者とともにBLUE及びACTシナリオが示唆するものについて話合った。彼らが強調したのは、**市場における二酸化炭素削減のためには、明確で予測可能で長期的な経済的インセンティブを作る各般の政策措置を企画し実施に移すことが緊急に必要であるという点である。**この共通基盤が確立されない限り、企業界は必要とされる多大な投資には着手しないであろう。

本書の分析は、これらの実現のために必要なメカニズムを特定しようとするものではない。それは、国連気候変動枠組条約の下の交渉において議論されるであろう。しかし、ACTシナリオを実現するためには、このメカニズムは、完全に商業化された時点で二酸化炭素の排出量を1トン削減するための追加的コスト(限界費用)が50米ドルの技術を十分奨励し得るものである必要がある。BLUEシナリオを実現するためには、この数字が二酸化炭素削減量1トン当たり200米ドル、もし重要技術の発達が思うように進まなかった場合には500米ドルにまで到達すると見積もっている。インセンティブは全世界的に適用されることが厳に必要であるが、全ての主要経済の内部においては、そのための政策手段は、それぞれ多岐にとんだもので良い。

また、このメカニズムは、全ての技術に対して同じ価値を持つ、均一なインセンティブであることを、必ずしも要しない。特にBLUEシナリオにおいては、**もっとも高コストの技術については特別の制度を整備することが適切かもしれない。**このメカニズムを実現する対策のパッケージは、様々な形を取り得るが、OECD諸国においては2020年までに、その他の主要国では2030年までには導入されていなければならない。BLUEシナリオの実現には、対策はこれらの時期以降も大幅に強化する必要がある。政策効果を最大限にし、またスムーズな移行を可能とするためには、目標やインセンティブに関する予測をかなり早い段階で明確に確立することが必要である。

## 世論

**政府は、広く認識された気候変動に取り組む切迫した必要性と、しばしば世論の反対にあってしまうが必要性の高い個々の特定プロジェクトの間を繋ぎ、世論をリードしていくことが必要である。**ACT・BLUE両シナリオとも、プライオリティの大幅な変更なくしては実現しえない。特にBLUEシナリオの場合、**このプライオリティの変更は、より急進的にまた緊急に行う必要がある。**

## 国際協力に向けて

.....

**国際協力は持続可能なエネルギー技術を、最も効率的に発展させ全世界的に普及させていくために不可欠なものである。**このためのネットワークはすでに存在

する。IEAは何千人もの世界中の技術専門家がエネルギー技術のプログラムをコーディネートする、現在最も包括的なネットワークを持っている。EUのエネルギー技術プログラム、クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ、炭素隔離リーダーシップフォーラム、バイオ燃料パートナーシップ、水素経済のための国際パートナーシップ、第4世代原子力システム国際フォーラム、そして国際原子力パートナーシップはその他の重要な例である。**これらのネットワークにはハイレベルの政策決定者の強いリーダーシップが必要である。**

**本書は主要なエネルギー技術に関する世界的なロードマップを初めて提示するものである。**我々はエネルギー効率、発電、そして輸送部門において17の重要技術を特定した。これらはエネルギー技術革命の核心をなすものである。我々はこれらの技術のポテンシャルを引き出すために必要なアクションを記述したが、それらは個々の技術に特有のものあり、ある部分それらの技術の現在の発展状況に依存するものである。このようなロードマップは、どれほどの削減が個々の部門や技術において求められるべきか、またその過程は順調かどうかといったことを検討するための手引きとして特に有用である。**すべての主要経済のエネルギー技術プログラムを結びつけ、また産業界と緊密な連携をとりながら、国際的なガイダンスの下にこれらのロードマップをより発展させていくことができれば、地球規模でのエネルギー技術革命を成しえるために必要な、より緊密な国際協力のための焦点を明らかにすることができる。**IEAは、持続可能なエネルギーの将来を達成するためにこの努力をサポートするものである。

表ES.1 ▶ 本書における重要ロードマップ

供給サイド	需要サイド
■ CCS一体型化石燃料発電	■ 建築物及び電気機器のエネルギー効率改善
■ 原子力発電	■ ヒートポンプ
■ 洋上及び地上風力発電	■ 太陽熱暖房給湯
■ バイオマスガス化複合発電 (BIGCC) 及び混合燃焼	■ 輸送部門のエネルギー効率改善
■ 太陽光発電システム	■ 電気自動車及びプラグイン・ハイブリッド自動車
■ 集光型太陽熱発電	■ 燃料電池自動車
■ 石炭ガス化複合発電システム (IGCC)	■ 産業部門におけるCCS、水素及び燃料転換
■ 石炭超々臨海圧発電 (USCSC)	■ 産業部門モーターシステム
■ 第二世代バイオ燃料	

# The Online Bookshop

International Energy Agency



All IEA publications may be bought  
online on the IEA website:

**[www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)**

You may also obtain PDFs of  
all IEA books at 20% discount.

Books published before January 2007  
- with the exception of the statistics publications -  
can be downloaded in PDF, free of charge  
from the IEA website.

## **IEA BOOKS**

**Tel: +33 (0)1 40 57 66 90**  
**Fax: +33 (0)1 40 57 67 75**  
**E-mail: [books@iea.org](mailto:books@iea.org)**

**International Energy Agency**  
**9, rue de la Fédération**  
**75739 Paris Cedex 15, France**

### **CUSTOMERS IN NORTH AMERICA**

Turpin Distribution  
The Bleachery  
143 West Street, New Milford  
Connecticut 06776, USA  
Toll free: +1 (800) 456 6323  
Fax: +1 (860) 350 0039  
[oecdna@turpin-distribution.com](mailto:oecdna@turpin-distribution.com)  
[www.turpin-distribution.com](http://www.turpin-distribution.com)

*You may also send  
your order*

*to your nearest  
OECD sales point*

*or use*

*the OECD online  
services:*

**[www.oecdbookshop.org](http://www.oecdbookshop.org)**

### **CUSTOMERS IN THE REST OF THE WORLD**

Turpin Distribution Services Ltd  
Stratton Business Park,  
Pegasus Drive, Biggleswade,  
Bedfordshire SG18 8QB, UK  
Tel.: +44 (0) 1767 604960  
Fax: +44 (0) 1767 604640  
[oecdrow@turpin-distribution.com](mailto:oecdrow@turpin-distribution.com)  
[www.turpin-distribution.com](http://www.turpin-distribution.com)

## INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

---

The International Energy Agency (IEA) is an autonomous body which was established in November 1974 within the framework of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) to implement an international energy programme.

It carries out a comprehensive programme of energy co-operation among twenty-six of the OECD thirty member countries. The basic aims of the IEA are:

- To maintain and improve systems for coping with oil supply disruptions.
- To promote rational energy policies in a global context through co-operative relations with non-member countries, industry and international organisations.
- To operate a permanent information system on the international oil market.
- To improve the world's energy supply and demand structure by developing alternative energy sources and increasing the efficiency of energy use.
- To promote international collaboration on energy technology.
- To assist in the integration of environmental and energy policies.

The IEA member countries are: Australia, Austria, Belgium, Canada, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Japan, Republic of Korea, Luxembourg, Netherlands, New Zealand, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom and United States. The Slovak Republic and Poland are likely to become member countries in 2007/2008. The European Commission also participates in the work of the IEA.

## ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

---

The OECD is a unique forum where the governments of thirty democracies work together to address the economic, social and environmental challenges of globalisation. The OECD is also at the forefront of efforts to understand and to help governments respond to new developments and concerns, such as corporate governance, the information economy and the challenges of an ageing population. The Organisation provides a setting where governments can compare policy experiences, seek answers to common problems, identify good practice and work to co-ordinate domestic and international policies.

The OECD member countries are: Australia, Austria, Belgium, Canada, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, Republic of Korea, Luxembourg, Mexico, Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Portugal, Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom and United States.  
The European Commission takes part in the work of the OECD.

© OECD/IEA, 2008

国際エネルギー機関 (IEA),  
広報情報局本部,

9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

本書には利用と配布を制限する特別な制約が付されています。条件等については  
<http://www.iea.org/Textbase/about/copyright.asp>  
をご覧ください。